

Zur Frage der Sehfähigkeit von *Delphinapterus leucas* in Wasser und in Luft

Von W. NEUHAUS

Eingang des Ms. 25. 8. 1987

In seiner Mitteilung über das Sehen der Zahnwale in Wasser und Luft weist A. DRAL (1987) darauf hin, daß meine Berechnung über das Sehen des Weißwals in Luft, wenn die nach PETZVAL berechnete Bildkrümmung berücksichtigt wird, fehlerhaft wird und zu extremer Kurzsichtigkeit führt. Er selbst vertritt die Auffassung von RIVAMONTE (1976), die eine ganz andere Grundlage als meine Untersuchung hat.

Aus der klaren Zeichnung von PILLERI (1964) konnten die morphologischen Größen des Weißwalauges entnommen werden, die allerdings nicht vollständig mit einigen vom gleichen Autor mitgeteilten Zahlenwerten übereinstimmen (NEUHAUS 1986). Die Brechungsexponenten wurden in Anlehnung an die Verhältnisse des menschlichen Auges erschlossen, der Wert für die Linse jedoch aus den von MATTHIESSEN (1886) gemessenen Brechungsexponenten für die Linse verschiedener Zahnwale und anderer Cetaceen gemittelt. Diese Größe ist 1,60, demnach bis zu einem gewissen Grade willkürlich. Ändert man sie geringfügig auf 1,59, so wird die Brennweite der Linse ein wenig verlängert und die Werte für die Bildkrümmung nach der PETZVAL-Formel verändert. Man erhält dann wie in meiner früheren Untersuchung zwei kreisförmige Zonen scharfen Sehens auf der Retina, eine für das Sehen in Wasser, die andere für das Sehen in Luft (Abb. 1). PILLERI stellte im histologischen Teil seiner Arbeit im Unterschied zu DRAL keine Unterschiede in der Verteilung der Sinneszellen der Retina fest. Die vorstehende Ausführung entspricht bei Berücksichtigung der Korrektur dem Ergebnis meiner früheren Untersuchung.

A. DRAL (1987) vertritt die von C. A. RIVAMONTE (1976) entwickelte Auffassung. Im Wasser ist danach das Auge der Zahnwale bei geöffneter Pupille sehtüchtig. Bewegen sie sich in Luft, so werden die Pupillen wegen der stark gesteigerten Helligkeit bis auf schlitzförmige Öffnungen an den Rändern geschlossen. Das hier einfallende Licht bildet nach der These die Umgebung auf der Retina scharf ab, weil der Brechungsindex und damit die Brechkraft der Linse in den Randbezirken niedriger ist als in der Mitte. Hierdurch soll für das Gesamtauge der Unterschied in den Brechungsindices zwischen Wasser und Luft kompensiert werden.

Der Schichtenaufbau der Linse bringt es bei den Säugetieren mit sich, daß die Brechungsindices allmählich von außen nach innen, und zwar am meisten in den äußeren äquatorialen Schichten (GROTHUISEN 1929) zunehmen.

Bei großer Helligkeit treffen einfallende Lichtbündel allein auf die peripheren Linsenabschnitte mit der stärksten Gradation der Brechkraft. Die Strahlen eines Gegenstandspunktes, z.B. in 2 m Entfernung, divergieren im Auge bis zur Weite der Randschlitzes der Pupillen (etwa 0,6–0,8 mm). Die der Linsenmitte näheren Strahlen werden stärker gebrochen als die äußeren, denn die erwähnte Strecke kann bei einem Linsendurchmesser um 6 mm nicht vernachlässigt werden (Abb. 2). Unter diesen Bedingungen kann es nicht zu einer scharfen Abbildung auf der Retina kommen. Auch der verhältnismäßig langsame Pupillenreflex könnte bei den schnellen und oft zentimetergenau gezielten Sprüngen der Delphine für die visuelle Orientierung in Luft (nach RIVAMONTE) hinderlich sein. Die Ausführungen zeigen, daß die von mir vertretene Auffassung über das Sehvermögen des Weißwals in Wasser und Luft aufrechterhalten werden kann.

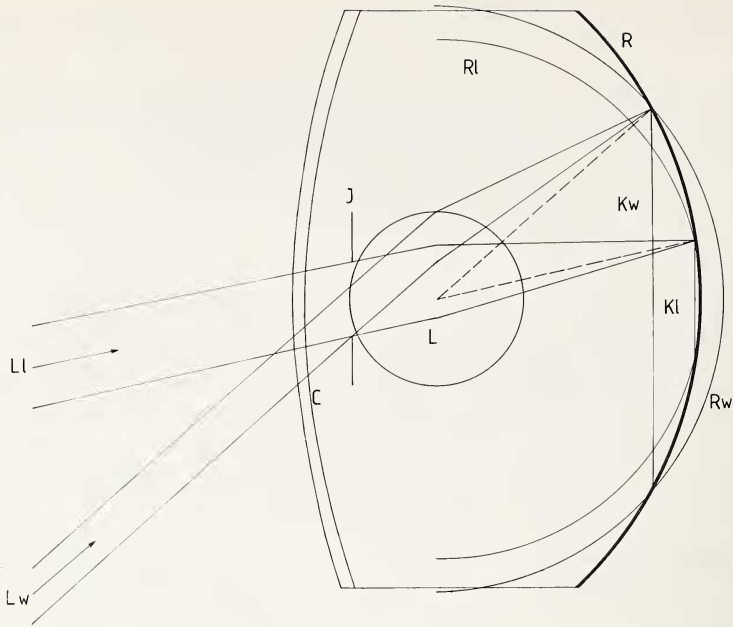


Abb. 1. Schema der Optik des Auges von *Delphinapterus leucas*. C = Cornea, I = Iris, Kw = Projektion der Kreiszone für scharfes Sehen im Wasser, Kl = dasselbe für das Sehen in Luft, L = Linse, Lw = Einstrahlendes Lichtbündel im Wasser, Ll = dasselbe für das Sehen in Luft, Rw = Petzval-Rand in Wasser, Rl = dasselbe in Luft

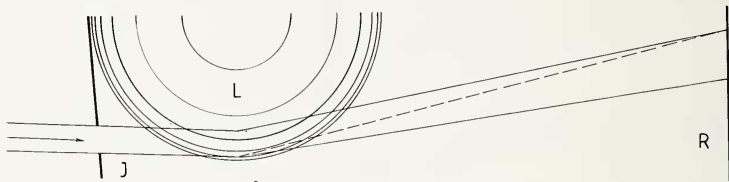


Abb. 2. Schema des Strahlenganges im Auge von *Delphinapterus leucas*, wenn allein Randschlitz der Pupille offen sind. I = Iris (Randschlitz), L = Linse, R = Retina, → einstrahlendes Lichtbündel, --- hypothetischer Strahl nach der These von RIVAMONTE

Literatur

- DRAL, A. D. G. (1985): Amphibious vision in dolphins. Fortschr. d. Zoologie 30, 707–709.
 — (1987): A note on aquatic and aerial vision in Odontocetes. Z. Säugetierkunde 52, 55–56.
 GROTHUISEN, G. (1929): Abbildungstiefe des Auges. Hdb. morm. u. pathol. Physiologie XII, 1.
 MATTHIESSEN (1886): Über den physikalisch-optischen Bau des Auges der Cetaceen und der Fische. Arch. ges. Physiol.
 NEUHAUS, W. (1986): Die Bedingungen für das Sehen des Weißwals, *Delphinapterus leucas* Pall., in Wasser und Luft. Z. Säugetierkunde 51, 266–273.
 PILLERI, G. (1964): Zur Morphologie des Auges vom Weißwal *Delphinapterus leucas*. Hvalrødets Skrifter. 47, 1–16.
 RIVAMONTE, L. A. (1976): Eye model to account for comparable aerial and underwater acuities of the bottlenose dolphin. Neth. J. Sea Res. 10, 491–498.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. WALTER NEUHAUS, Zoologisches Institut und Zoologisches Museum, Universität Hamburg, Martin-Luther-King-Platz 3, D-2000 Hamburg 13